

29.9.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 18 NOV 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 9 月 3 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 4 2 1 0 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 4 2 1 0 7]

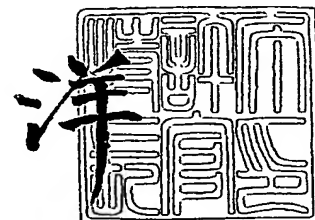
出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 会 社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 1 月 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2032450259
【提出日】 平成15年 9月30日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G11B 11/105 506
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 日野 泰守
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 金森 文郎
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 110000040
 【氏名又は名称】 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
 【代表者】 池内 寛幸
 【電話番号】 06-6135-6051
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 139757
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0108331

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

変調符号としてRLL(1,7)則を用い、PR(1, 2, 2, 1)等化を行う5タップのFIRフィルタと、前記FIRフィルタで等化された信号を入力して最尤復号を行う最尤復号器と、前記最尤復号におけるユークリッド距離が最小なパスの存在する記録系列を検出し、検出した再生信号系列を前記最尤復号器で復調する際に選択されたパスと、前記パスと対をなし前記パスを選択する際に選択されなかったパスとのメトリック差を再生信号品質評価値とする再生信号品質評価部とを備え、

前記FIRフィルタの周波数特性を決定するパラメータを r とした場合、

前記5タップのFIRフィルタのタップ係数 k_0 ないし k_4 が、

【数 1】

$$k_0 = k_4 = \frac{1}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【数 2】

$$k_1 = k_3 = \frac{2\left(\frac{1}{r} + r\right)}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【数 3】

$$k_2 = \frac{4 + r^2 + \frac{1}{r^2}}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

であることを特徴とする再生装置。

【請求項 2】

r の値が0.21以上0.27以下である請求項1記載の再生装置。

【請求項 3】

最尤復号におけるユークリッド距離が最小なパスの存在する記録系列を検出し、検出した再生信号系列を復調する最尤復号器と、前記最尤復号器で復調する際に選択されたパスと、前記パスと対をなし、前記パスを選択する際に選択されなかったパスとのメトリック差を再生信号品質評価値とする再生信号品質評価部と、

前記メトリック差の平均が最尤復号におけるユークリッド距離が最小なパスと一致するように再生信号の振幅を補正する補正部とを備えたことを特徴とする再生装置。

【請求項 4】

変調符号としてRLL(1,7)則を用い、5タップのFIRフィルタによってPR(1, 2, 2, 1)等化を行った後に最尤復号を行うステップと、

最尤復号におけるユークリッド距離が最小なパスの存在する記録系列を検出し、検出した再生信号系列を復調する際に選択されたパスと、前記パスと対をなし、前記パスを選択する際に選択されなかったパスとのメトリック差が最小となるように、

前記FIRフィルタの特性を決定するパラメータを r とした場合、前記5タップのFIRフィルタのタップ係数 k_0 ないし k_4 を、

【数 4】

$$k_0 = k_4 = \frac{1}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【数5】

$$k_1 = k_3 = \frac{2(\frac{1}{r} + r)}{6 + 2(\frac{1}{r} + r) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【数6】

$$k_2 = \frac{4 + r^2 + \frac{1}{r^2}}{6 + 2(\frac{1}{r} + r) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

となるよう制御するステップとを含むことを特徴とした再生方法。

【請求項5】

r の値が0.21以上0.27以下である請求項4記載の再生方法。

【請求項6】

変調符号としてRLL(1,7)則を用い、5タップのFIRフィルタによってPR(1, 2, 2, 1)等化を行った後に最尤復号を行うステップと、
前記FIRフィルタの周波数特性を決定するパラメータをrとし、前記5タップのFIRフィルタのタップ係数k₀ないしk₄が、

【数7】

$$k_0 = k_4 = \frac{1}{6 + 2(\frac{1}{r} + r) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【数8】

$$k_1 = k_3 = \frac{2(\frac{1}{r} + r)}{6 + 2(\frac{1}{r} + r) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【数9】

$$k_2 = \frac{4 + r^2 + \frac{1}{r^2}}{6 + 2(\frac{1}{r} + r) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

である場合、最尤復号におけるユークリッド距離が最小なパスの存在する記録系列を検出し、検出した再生信号系列を復調する際に選択されたパスと、前記パスと対をなし、前記パスを選択する際に選択されなかったパスとのメトリック差が最小となるように、前記rの値を制御するステップとを含むことを特徴とした再生方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】再生装置ならびに再生方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、原デジタル情報を媒体に記録し、最尤復号方式をもちいて原デジタル情報を復号する再生信号処理方式に関し、特に、再生信号の品質評価値から最適な復調を行う再生方法ならびに再生装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の再生信号品質評価装置としては、最尤復号におけるユークリッド距離が最小なパスの存在する記録系列を検出し、検出した再生信号系列を最尤復号器で復調する際に選択されたパスと選択されなかったパスとの差を求め再生信号の品質（以下、d-Minimum Amplitude Margin: DMSAMと称す）として用いるものがあった（例えば、特許文献1参照）。図9は、前記特許文献1に記載された従来の再生信号品質評価装置を示すものである。

【0003】

図9において、901は記録データの生成を行う記録データ発生器、902はデータの記録再生を行う記録再生装置、903は再生されたデータから最尤復号によりデータの復調を行うビタビ検出による最尤復号器、904は復調されたデータ系列からシンクパターンを検出するシンクパターン検出器、905は復調されたデータパターンからユークリッド距離が最小なパスの存在する記録系列を検出する記録状態検出器である。906はユークリッド距離が最小のデータ系列が最尤復号器で復調された際に選択されたパスと選択されなかったパスとの差の標準偏差（ $\sigma_{\Delta m}$ ）とパス差の平均（ $\mu_{\Delta m}$ ）を求め、 $(\sigma_{\Delta m}) / (\mu_{\Delta m})$ を計算する標準偏差計算器である。907は前記 $(\sigma_{\Delta m}) / (\mu_{\Delta m})$ の最小値を判定する最小値判定器である。

【0004】

前記構成によって求められた選択されたパスと選択されなかったパスとの差（ $\sigma_{\Delta m}$ ）の標準偏差と、その平均値（ $\mu_{\Delta m}$ ）との比が、再生信号品質となる。

【0005】

従来は、再生信号の品質を評価する指標値としてジッタが用いられることが多かったが、パーシャルレスポンスを前提とした近年の信号処理方式において、ジッタはエラーとの相関があまり得られないという課題がある。これに対して指標値DMSAMは、最尤復号を用いることが一般的となっている近年の信号復調系において、エラーとの相関が非常に良く信頼できる指標値となっている。

【0006】

また、従来の再生信号品質評価装置に用いられている最尤復号器903には、再生された信号に含まれる線形な歪みを取り除くために、通常FIRフィルタで構成された適応型の等化フィルタが用いられる。この適応等化フィルタによって、記録再生装置の再生状態が変化しても、再生信号の歪みが最小となる状態で再生される。この適応方式としてはLeast Mean Square(LMS)法が、多くの場合に用いられている。LMS法は、適応等化フィルタの係数を適応等化フィルタの出力と目標値との比較を行い、目標値との誤差量にサンプル値と一定の係数を掛け算してフィルタ係数を更新する方法で、アルゴリズムが簡単で収束特性が良いとの理由で広く用いられている。

【特許文献1】特開平10-21651号公報（6頁、図6）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、前記従来の構成では、適応型のフィルタを用いて記録再生系で発生する歪みを除去する構成が用いられていた。このために信号の欠落等によって異常な信号が入力された場合に、適応型フィルタが発散してしまうという課題を有していた。

【0008】

また適応型のFIRフィルタは、その係数を変化させると非常に広い範囲でその特性が変化するために、従来の構成の再生品質評価装置では、記録媒体の個体差が大きくあった場合でも適応等化フィルタで補正されてしまう。このため、一定した特性が求められる記録媒体の信号品質を評価するための指標としては、DMSAMを用いることができないという課題を有していた。

【0009】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、適応等化フィルタの補正範囲を限定して安定な復調系を実現すると共に、一定の特性が要求される記録媒体の特性を保証する用途にDMSAMを用いることができる再生装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記従来の課題を解決するために、本発明の再生装置は、変調符号としてRLL(1,7)則を用い、PR(1, 2, 2, 1)等化を行う5タップのFIRフィルタと、前記FIRフィルタで等化された信号を入力して最尤復号を行う最尤復号器と、前記最尤復号におけるユークリッド距離が最小なパスの存在する記録系列を検出し、検出した再生信号系列を前記最尤復号器で復調する際に選択されたパスと、前記パスと対をなし前記パスを選択する際に選択されなかったパスとのメトリック差を再生信号品質評価値とする再生信号品質評価部とを備え、

前記FIRフィルタの周波数特性を決定するパラメータを r とした場合、

前記5タップのFIRフィルタのタップ係数 k_0 ないし k_4 が、

【0011】

【数10】

$$k_0 = k_4 = \frac{1}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【0012】

【数11】

$$k_1 = k_3 = \frac{2\left(\frac{1}{r} + r\right)}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【0013】

【数12】

$$k_2 = \frac{4 + r^2 + \frac{1}{r^2}}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

であることを特徴とする。

【0014】

本構成によって、FIRフィルタの特性を大きく変化させずに、従来のLMSを用いた適応等化フィルタによって復号された場合と同程度まで、DMSAM値を最小化することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、ビタビ復号を行う前処理である信号等化器の特性を決められた一定の範囲で制限をすることが可能となり、従来用いることができなかった記録媒体の信号評価にDMSAMを用いることができる。また、本発明の再生装置では、信号等化器の適応の範囲を一定に制限することが可能となるので、記録媒体の欠陥等で信号が欠落した場合でも安定な復調系を構成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0017】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における再生装置の構成図である。図1において、101はデータの記録を行うための光ディスク、102は記録媒体から再生された反射光を検出するPINダイオード、103は4分割して検出された反射光を加算するプリアンプ、104はカットオフ周波数を10kHzとしたハイパスフィルタ、105はカットオフ周波数30MHzのローパスフィルタ、106は信号の振幅を調整する可変ゲインアンプ、107は信号をデジタル値とするA/Dコンバータ、108は信号の歪みを補正するFIRフィルタ、109は信号をチャンネルクロックに同期させるためのPLL、110はビット復号器、111は特定パスのメトリック差を検出するDMSAM検出器、112はDMSAM値を最小とするようにFIRフィルタの係数を制御する係数制御器である。

【0018】

本実施形態は、記録の変調方式としてRLL(1-7)変調を用い、再生の伝送路をPR(1,2,2,1)に等化を行ってPR+ビット復号を行うものである。

【0019】

図1を用いて本実施形態について詳しく説明する。光ディスク101からの反射光は、PINダイオード102で検出され電気信号に変換される。光ディスク101からの反射光は、フォーカスやトラッキングの制御を行うために4分割して検出される(フォーカス・トラッキングの制御系については図示せず)。4分割して検出された信号はプリアンプ103によって加算されて、所望のレベルまで増幅される。プリアンプ103の出力は、カットオフ周波数10kHzのハイパスフィルタ104で低域のノイズを除去し、カットオフ周波数30MHzのローパスフィルタ105で広域のノイズが除去される。

【0020】

ノイズ除去された信号は、更にゲイン可変アンプ106で適切なレベルにコントロールされ8ビットのA/D変換器107でデジタル値に変換される。デジタル値に変換されたサンプリング値 y_i は、FIRフィルタ108でDMSAMの値が最小となるようなPR(1,2,2,1)の伝送路タイプに等化が行われる。この動作については後ほど詳しく述べる。

【0021】

この等化された信号のゼロクロス点を検出して、PLL109によってチャンネルクロックに同期したクロックが生成される。またPR(1,2,2,1)タイプに等化された再生信号のサンプリング値は、ビットビデオコード110で復調が行われる。このビットビデオコード110の動作について、図2および図3を用いて更に詳しく説明する。

【0022】

本実施形態は、変調符号としてRLL(1,7)を用いており、PR(1,2,2,1)とRLL(1,7)が組合わさった系の状態遷移図は図3のようになる。図3において $S_n(a,b,c)$ は n 番目のステートを表しており、引数 a,b,c は n ステート以前の3ビットの入力復調データ値である。図3中の d/I_j において、 I_j は n から $n+1$ に状態遷移する時に取りうる目標値であり、 d はそのサンプリングデータによって判定される復調データを示している。

【0023】

図3の遷移図に従って構成されたビットビデオコードを図2に示す。図2において201はブランチメトリック計算器である。 k 番目のブランチメトリックは、以下の数式(数13)で定義される演算を行う。

【0024】

【数13】

$$BM_k(j) = (y_k - I_j)^2$$

【0025】

2 0 2 の Add Compare Select (ACS) ブロックでは上記ブランチメトリックと以下の (数 1 4) の規則に従って最尤のパスを選択する。

【0 0 2 6】

【数 1 4】

$$PM_k(S0) = \min[PM_{k-1}(S0) + BM_k(0), PM_{k-1}(S5) + BM_k(1)]$$

$$PM_{k-1}(S0) + BM_k(0) \geq PM_{k-1}(S5) + BM_k(1) : \quad PSS0='1'$$

$$PM_{k-1}(S0) + BM_k(0) < PM_{k-1}(S5) + BM_k(1) : \quad PSS0='0'$$

$$PM_k(S1) = \min[PM_{k-1}(S0) + BM_k(1), PM_{k-1}(S5) + BM_k(2)]$$

$$PM_{k-1}(S0) + BM_k(1) \geq PM_{k-1}(S5) + BM_k(2) : \quad PSS1='1'$$

$$PM_{k-1}(S0) + BM_k(1) < PM_{k-1}(S5) + BM_k(2) : \quad PSS1='0'$$

$$PM_k(S2) = PM_{k-1}(S1) + BM_k(3)$$

$$PM_k(S3) = \min[PM_{k-1}(S3) + BM_k(6), PM_{k-1}(S2) + BM_k(5)]$$

$$PM_{k-1}(S3) + BM_k(6) \geq PM_{k-1}(S2) + BM_k(5) : \quad PSS2='1'$$

$$PM_{k-1}(S3) + BM_k(6) < PM_{k-1}(S2) + BM_k(5) : \quad PSS2='0'$$

$$PM_k(S4) = \min[PM_{k-1}(S3) + BM_k(5), PM_{k-1}(S2) + BM_k(4)]$$

$$PM_{k-1}(S3) + BM_k(5) \geq PM_{k-1}(S2) + BM_k(4) : \quad PSS3='1'$$

$$PM_{k-1}(S3) + BM_k(5) < PM_{k-1}(S2) + BM_k(4) : \quad PSS3='0'$$

$$PM_k(S5) = PM_{k-1}(S4) + BM_k(3)$$

【0 0 2 7】

ACS ブロック 2 0 2 で上記の数式 (数 1 4) に従って選択されたパス PASS0~3 値によってパスメモリ 2 0 4 の値が更新される。このパスメモリ 2 0 4 で生き残ったパスが、最尤パスとして復調されるデータとなる。

【0 0 2 8】

次に、図 4 を用いて DMSAM 検出器の詳しい動作を説明する。DMSAM は、最尤復号におけるユークリッド距離が最小なパスの存在する記録系列を検出し、検出した再生信号系列を最尤復号器で復調する際に選択されたパスと選択されなかったパスとの差の分散である。本実施形態における復調系でユークリッド距離が最小となるパターンは 8 個であり、以下の数式 (数 1 5) で定義される。

【0 0 2 9】

【数 15】

・ Pattern1: "0,1,1,X,0,0,0," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S_2] \rightarrow S_{-3}[S_4] \rightarrow S_{-2}[S_5] \rightarrow S_{-1}[S_0] \rightarrow S_0[S_0], S_{-4}[S_2] \rightarrow S_{-3}[S_3] \rightarrow S_{-2}[S_4] \rightarrow S_{-1}[S_5]$
 $\rightarrow S_0[S_0])$

・ Pattern2: "1,1,1,X,0,0,0," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S_3] \rightarrow S_{-3}[S_4] \rightarrow S_{-2}[S_5] \rightarrow S_{-1}[S_0] \rightarrow S_0[S_0], S_{-4}[S_3] \rightarrow S_{-3}[S_3] \rightarrow S_{-2}[S_4] \rightarrow S_{-1}[S_5]$
 $\rightarrow S_0[S_0])$

・ Pattern3: "0,1,1,X,0,0,1," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S_2] \rightarrow S_{-3}[S_4] \rightarrow S_{-2}[S_5] \rightarrow S_{-1}[S_0] \rightarrow S_0[S_1], S_{-4}[S_2] \rightarrow S_{-3}[S_3] \rightarrow S_{-2}[S_4] \rightarrow S_{-1}[S_5]$
 $\rightarrow S_0[S_1])$

・ Pattern4: "1,1,1,X,0,0,1," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S_3] \rightarrow S_{-3}[S_4] \rightarrow S_{-2}[S_5] \rightarrow S_{-1}[S_0] \rightarrow S_0[S_1], S_{-4}[S_3] \rightarrow S_{-3}[S_3] \rightarrow S_{-2}[S_4] \rightarrow S_{-1}[S_5] \rightarrow$
 $S_0[S_1])$

・ Pattern5: "0,0,0,X,1,1,0," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S_0] \rightarrow S_{-3}[S_0] \rightarrow S_{-2}[S_1] \rightarrow S_{-1}[S_2] \rightarrow S_0[S_4], S_{-4}[S_0] \rightarrow S_{-3}[S_1] \rightarrow S_{-2}[S_2] \rightarrow S_{-1}[S_3]$
 $\rightarrow S_0[S_4])$

・ Pattern6: "1,0,0,X,1,1,0," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S_5] \rightarrow S_{-3}[S_0] \rightarrow S_{-2}[S_1] \rightarrow S_{-1}[S_2] \rightarrow S_0[S_4], S_{-4}[S_5] \rightarrow S_{-3}[S_1] \rightarrow S_{-2}[S_2] \rightarrow S_{-1}[S_3]$
 $\rightarrow S_0[S_4])$

・ Pattern7: "0,0,0,X,1,1,1," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S_0] \rightarrow S_{-3}[S_0] \rightarrow S_{-2}[S_1] \rightarrow S_{-1}[S_2] \rightarrow S_0[S_3], S_{-4}[S_0] \rightarrow S_{-3}[S_1] \rightarrow S_{-2}[S_2] \rightarrow S_{-1}[S_3]$
 $\rightarrow S_0[S_3])$

・ Pattern8: "1,0,0,X,1,1,1," X don't care

State transition (PA, PB)

$= (S_{-4}[S_5] \rightarrow S_{-3}[S_0] \rightarrow S_{-2}[S_1] \rightarrow S_{-1}[S_2] \rightarrow S_0[S_3], S_{-4}[S_5] \rightarrow S_{-3}[S_1] \rightarrow S_{-2}[S_2] \rightarrow S_{-1}[S_3]$
 $\rightarrow S_0[S_3])$

【0030】

図4において、401はサンプリングされた信号 y_i をパスメトリックの差を検出するために一定量遅延させるための遅延器、402はユークリッド距離が最小となるパターンについて選択パスと非選択パスのメトリック差を検出するメトリック差検出器、403はユークリッド距離が最小となるパターンを検出するパターン検出器、404はメトリック差検出器402で検出したメトリック差の分散を求める分散演算器、405はメトリック差の平均値と目標値との差を計算する平均値目標差検出器である。

【0031】

図4を用いてDMSAM検出器111の動作を詳しく説明する。ビタビ復号器110で復号され2値化信号となった信号より、状態検出器404は、前述の(数14)で示されるユークリッド距離が最小となるパターンを検出する。

【0032】

この検出信号をもとにメトリック差検出器402では、ユークリッド距離が最小となるパターンの選択パスと非選択パスのメトリック差が検出される。このときビタビ復号器110で復調に一定時間の遅延が生じるために、サンプリングデータ y_i は遅延器401で一定時間遅延される。選択パスと非選択パスのメトリック差をDSAMVとすると、DSAMVは以下の(数16)で示すように定義される。(数16)において $(y_i - IA_i)$ はパスAのプランチメトリックであり $(y_i - IB_i)$ はパスBのプランチメトリックである。

【0033】

【数16】

$$\begin{aligned} \text{DSAMV} &= \sum_{i=0}^3 (y_i - IB_i)^2 - \sum_{i=0}^3 (y_i - IA_i)^2 \quad (X=0) \\ &= \sum_{i=0}^3 (y_i - IA_i)^2 - \sum_{i=0}^3 (y_i - IB_i)^2 \quad (X=1) \end{aligned}$$

【0034】

メトリック差検出器402で上記の(数16)の検出が行われる。一方、パスAとパスBのユークリッド距離の差は下記の(数17)で定義される。

【0035】

【数17】

$$d_{\min} = \sum_{i=0}^3 (IA_i - IB_i)^2$$

【0036】

分散演算器404では、メトリック差検出器402の出力であるDSAMVと最小ユークリッド距離 d_{\min} から下記の数式(数18)の演算が行われ、DMSAMが出力される。

【0037】

【数18】

$$\text{DMSAM} = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=0}^N (\text{DSAMV}_k - d_{\min})^2}}{2d_{\min}}$$

【0038】

(数18)のDMSAM値を最小とするためには、DSAMVの平均値を d_{\min} と一致させる必要があるが、本実施形態では平均値の目標差演算器405によって平均値の誤差を検出して可変ゲインアンプ106にフィードバック制御することにより、入力信号の振幅をコントロールすることで実現している。本実施形態では、DMSAM検出器からの平均値の差より振幅のコントロールを行っているが、再生信号自身によるAGC処理やA/D変換後のサンプリング点にデジタル的に係数を掛けて振幅を揃えることでも実現は可能である。

【0039】

以上が、DMSAM検出器の構成例である。このように構成されたDMSAM検出器の値は、FIRフィルタ108の係数によって影響を大きく受ける。FIRフィルタ108が目標値をもとにLMSアルゴリズムで適応を行う適応フィルタで構成されている場合、前述したように以下のような大きな課題が発生する。

【0040】

すなわち、信号の欠落等によって異常な信号が入力された場合に、適応型フィルタが発散してしまうという課題があった。また、適応型のFIRフィルタは、その係数を変化さ

せると非常に広い範囲でその特性が変化するために、従来の構成の再生品質評価装置では、記録媒体の個体差が大きくあった場合でも適応等化フィルタで補正されてしまうために、一定した特性が求められる記録媒体の信号品質を評価するための指標としてDMSAMを用いることができないという課題を有していた。

【0041】

これらの課題を解決するために、本実施形態の再生装置はFIRフィルタ108に特性の可変範囲が制限されながらDMSAMの値を最小とする等化を行うことができる。このFIRフィルタ108の動作を図5および図6を用いて更に詳しく説明する。

【0042】

図5に示すように本実施形態で用いるFIRフィルタは5タップの構成である。通常のFIRフィルタであれば5個のタップ係数を自由に設定できるために様々な特性のフィルタを構成できる。この自由度を少なくすることができれば、一定の範囲内で動作するFIRフィルタが実現でき安定性が増加すると共に、FIRフィルタの特性が予測可能となるのでメディアの特性を規定する指標としてもDMSAMを用いることが可能となる。

【0043】

本実施形態で用いるFIRフィルタ108は、フィルタの自由度を下げつつ、DMSAMが適応型のFIRフィルタと同等の値となる特性を満足する必要がある。まず、再生信号を歪みなく処理をするためにはFIRフィルタは群遅延がフラットであることが望ましく、また記録条件によって発生する光ビーム走行方向の非線形な歪みに影響されないためには、対称なタップ係数を持つことが必要となる。

【0044】

対称なタップ係数を持つ拘束条件より、5タップのFIRフィルタは、図5に示すようにタップ係数が k_0, k_1, k_2 の3個に減少する。自由度を5個から3個にして、この条件を満たす5タップのFIRフィルタの解をZ平面上に展開すると、図6に示すように、半径が r と $1/r$ の位置に角度 θ で複素共役解が配置される。Z平面上での解を $\alpha, \alpha', \beta, \beta'$ とすると、 $\alpha, \alpha', \beta, \beta'$ は、以下の(数19)で表される。

【0045】

【数19】

$$\alpha, \alpha' = r(\cos\theta \pm j\sin\theta)$$

$$\beta, \beta' = \frac{1}{r}(\cos\theta \pm j\sin\theta)$$

【0046】

5タップのFIRフィルタは以下の(数20)で表されるので、(数19)を代入して展開し、周波数が0Hzでのゲインを1とすると、5タップのFIRフィルタのタップ係数が次の(数21)～(数23)の形で求まる。全体のゲインは可変ゲインアンプ106によって補正されるので、周波数を0Hzでのゲインを1としても問題はない。

【0047】

【数20】

$$z^4(1-\alpha z^{-1})(1-\beta z^{-1})(1-\alpha' z^{-1})(1-\beta' z^{-1})$$

【0048】

【数21】

$$k_0 = k_4 = \frac{1}{2 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right)\cos\theta + 4\cos^2\theta + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【0049】

【数 2 2】

$$k_1 = k_3 = \frac{2\left(\frac{1}{r} + r\right) \cos \theta}{2 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) \cos \theta + 4 \cos^2 \theta + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【0 0 5 0】

【数 2 3】

$$k_2 = \frac{4 \cos^2 \theta + r^2 + \frac{1}{r^2}}{2 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) \cos \theta + 4 \cos^2 \theta + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【0 0 5 1】

上記の拘束条件によって F I R フィルタ 108 のタップ係数は、変数が r 、 θ の 2 つで表すことができ、自由度を 2 に減らすことが可能となる。

【0 0 5 2】

r と θ を変化させて F I R フィルタ 108 の特性を変えた場合、図 1 で構成された光ディスク装置では DMSAM の値が図 7 に示すような特性となる。この時の光ディスク装置の NA は 0.85、光ビームの波長は 405nm である。この時、 θ と r の組み合わせにある一定の関係が成立する領域で DMSAM の値が最小となっており、再生の条件として最適な F I R フィルタが構成されている。この時の DMSAM の値は 7.9% となっており、従来の LMS を用いた F I R フィルタでは 8.2% となった。

【0 0 5 3】

すなわち、本実施形態で用いる F I R フィルタは従来用いられる LMS を用いた F I R フィルタよりも良好な結果が得られている。これは従来の LMS を用いた F I R フィルタが全てのパターンで再生レベルが所望の値となるように適応処理を行うのに対して、本実施形態の F I R フィルタでは DMSAM の値が最小となるようにフィルタの特性を変化させている点に起因している。従来、全ての再生レベルが所望の値になるように再生時の F I R フィルタの特性を設定するのに対して、本実施形態では、ユークリッド距離が最も短いパターンすなわち最もエラーを起こしやすいパターンだけを検出して、このパターンの再生信号が所望の値になるように F I R フィルタの特性を調整する。すなわち、本実施形態では、エラーを起こしやすいパターンのみに F I R フィルタの特性を最適化するので、よりエラーの少ない再生系を実現することができる。

【0 0 5 4】

また、図 7 から明白なように、 $\theta = 0$ としても、 r の値を最適にコントロールすれば、DMSAM が最小となるポイントが存在しており、 $\theta = 0$ として r だけを用いて F I R フィルタの特性をコントロールしても十分な再生特性を得ることができる。 $\theta = 0$ としたときの各タップ係数は、以下の (数 2 4) ~ (数 2 6) で与えられる。

【0 0 5 5】

【数 2 4】

$$k_0 = k_4 = \frac{1}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【0 0 5 6】

【数 2 5】

$$k_1 = k_3 = \frac{2\left(\frac{1}{r} + r\right)}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【0 0 5 7】

【数 26】

$$k_2 = \frac{4 + 1r^2 + \frac{1}{r^2}}{6 + 2(\frac{1}{r} + r) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【0058】

以上のように、本実施形態の再生装置では、FIRフィルタの特性を r だけで決定することが可能である。また、FIRフィルタの自由度を大きく制限しているにも関わらず、十分に低いDMSAMが実現できる。また図7より、 r の値は、DMSAMの値が9%以下となる $0.21 \leq r \leq 0.27$ の範囲とすることが、より望ましい。

【0059】

図8に、 a を1として r の値を0.21と0.27とした場合のFIRフィルタの周波数特性を示す。図8の横軸はFIRフィルタのクロック周波数の $1/2$ を1としたものである。図8からも明白のように、 r の値を制限することでFIRフィルタの特性の変化範囲を狭い範囲に抑えることが可能となっている。また、図1に示した構成では、 r の値を $0.21 \leq r \leq 0.27$ の範囲となるよう係数制御器108がコントロールしてDMSAMの値が最小となる制御が行われる。

【0060】

上述したように r の値が制限されているためにFIRフィルタ108の特性も大きく変化しない。従って、欠陥などに対して安定な動作が可能となる。FIRフィルタの特性可変範囲を狭い領域に制限しながら、従来のLMSを用いたFIRフィルタよりも良好な特性のDMSAM値が得られる。これにより、本実施形態の再生装置は、一定の特性が求められる記録媒体の信号品質の評価も可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0061】

- 【図1】 本発明の実施の形態1における再生信号品質評価装置のブロック図
- 【図2】 本発明の実施の形態1におけるビタビ復調器を詳しく示したブロック図
- 【図3】 本発明の実施の形態1における状態遷移図
- 【図4】 本発明の実施の形態1におけるDMSAM検出器を詳しく示したブロック図
- 【図5】 本発明の実施の形態1におけるFIRフィルタの構成図
- 【図6】 本発明の実施の形態1におけるFIRフィルタのZ平面上での特性を表す図
- 【図7】 本発明の実施の形態1におけるFIRフィルタ特性とDMSAM値の関係
- 【図8】 本発明の実施の形態1におけるFIRフィルタ周波数特性を示す図
- 【図9】 従来の再生信号品質評価装置の構成を示す図

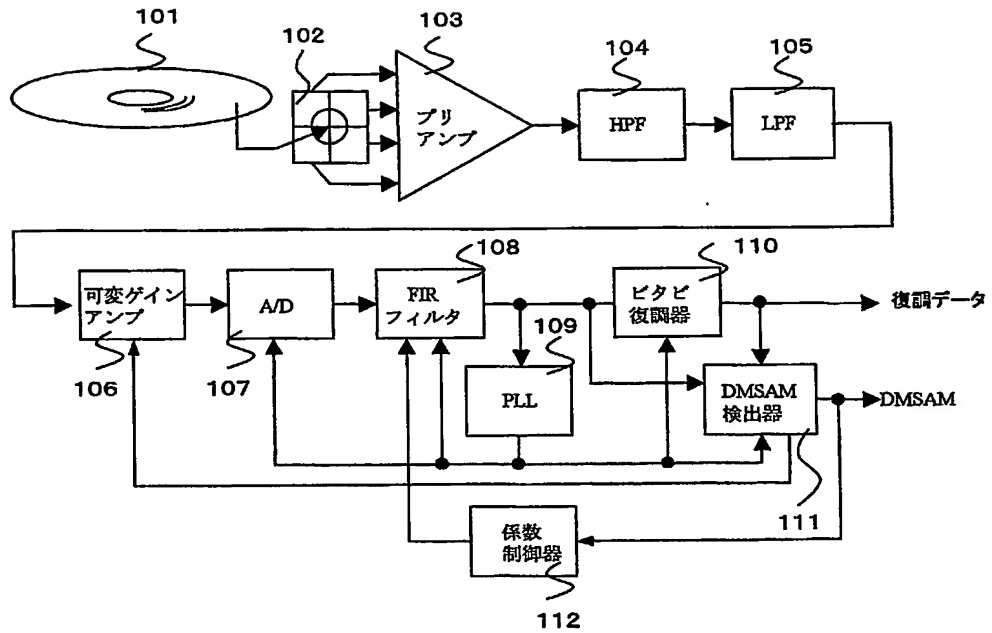
【符号の説明】

【0062】

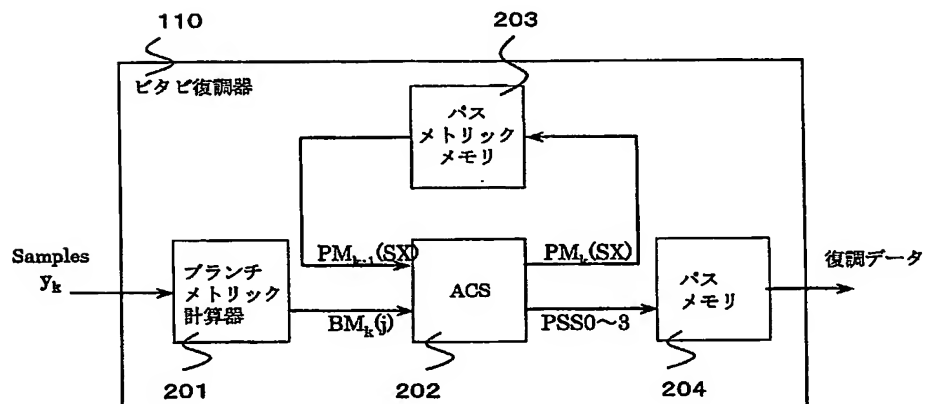
- 101 光ディスク
- 102 PINダイオード
- 103 加算プリアンプ
- 104 ハイパスフィルタ
- 105 30MHzのバターワースローパスフィルタ
- 106 可変ゲインアンプ
- 107 A/Dコンバータ
- 108 FIRフィルタ
- 109 PLL
- 110 ビタビ復号器
- 111 DMSAM検出器
- 112 係数制御器
- 201 プランチメトリック計算器
- 202 ACS

- 2 0 3 パスメトリックメモリ
- 2 0 4 パスメモリー
- 4 0 1 遅延器
- 4 0 2 メトリック差検出器
- 4 0 3 状態検出器
- 4 0 4 分散演算器
- 4 0 5 平均値の目標差演算器

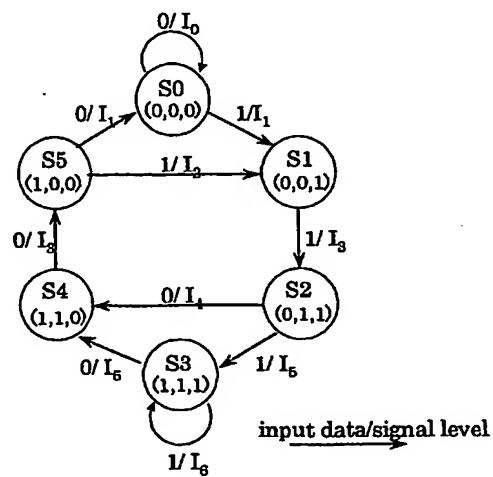
【書類名】 図面
【図 1】



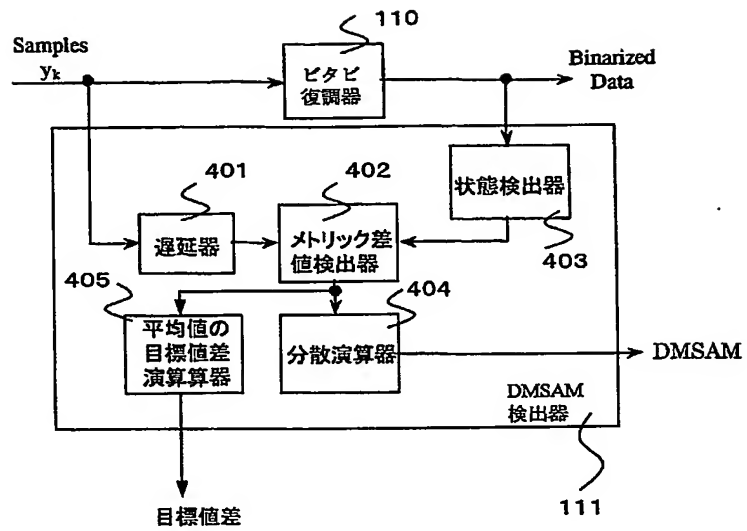
【図 2】



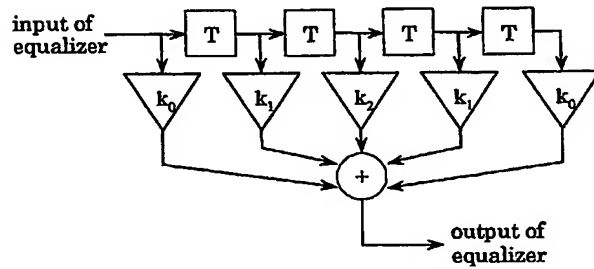
【図 3】



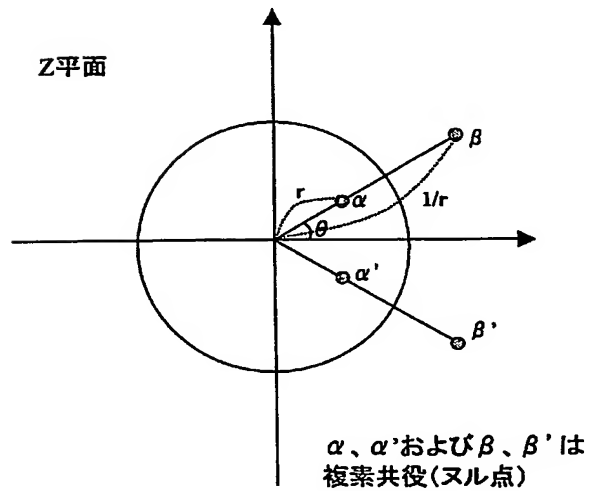
【図 4】



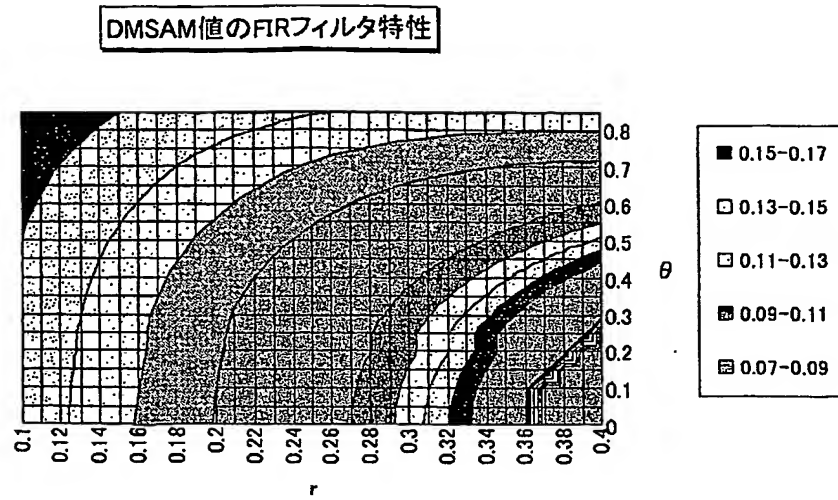
【図 5】



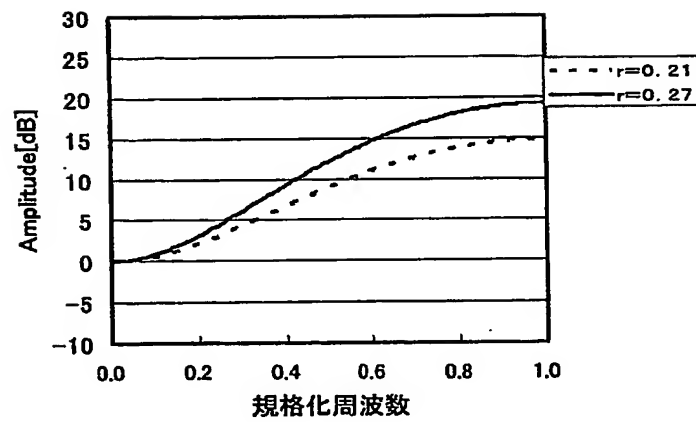
【図 6】



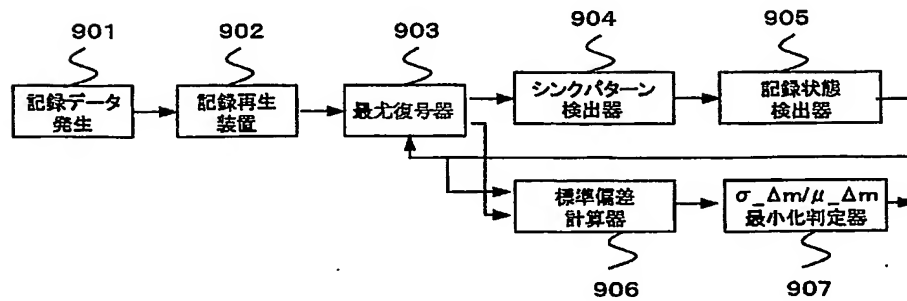
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 適応等化フィルタの補正範囲を限定して安定な復調系を実現すると共に、一定の特性が要求される記録媒体の特性を保证する用途に DMSAM を用いることができる再生装置を提供する。

【解決手段】 RLL(1,7)則を用い、PR(1, 2, 2, 1)等化を行う5タップのFIRフィルタ108と、最尤復号を行う最尤復号器110と、最尤復号におけるユークリッド距離が最小なパスの存在する記録系列を復調する際に選択されたパスと、前記パスと対をなし前記パスを選択する際に選択されなかったパスとのメトリック差を再生信号品質評価値とする再生信号品質評価部111とを備え、FIRフィルタ108の周波数特性を決定するパラメータを r とした場合、タップ係数 k_0 ないし k_4 が、

【数27】

$$k_0 = k_4 = \frac{1}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【数28】

$$k_1 = k_3 = \frac{2\left(\frac{1}{r} + r\right)}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

【数29】

$$k_2 = \frac{4 + r^2 + \frac{1}{r^2}}{6 + 2\left(\frac{1}{r} + r\right) + r^2 + \frac{1}{r^2}}$$

である再生装置。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 3 4 2 1 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名 松下電器産業株式会社